Mitt. Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol. | 14 | 49—58 | München, 15. 12. 1974

Die Konifere *Brachyphyllum nepos* SAPORTA aus den Solnhofener Plattenkalken (unteres Untertithon), ein Halophyt

Von WALTER JUNG[1])

Mit 3 Abbildungen und Tafel 3—4

Zusammenfassung

Neu gefundenes Fossilmaterial der Konifere *Brachyphyllum nepos* SAPORTA aus den Solnhofener Plattenkalken gibt Hinweise darauf, daß diese Pflanze ein niedriger Baum oder ein Strauch mit xylemarmen sukkulenten Ästen war. Die einfachste Erklärung für diese bei einer Konifere ungewöhnliche Erscheinung ist die, daß *Brachyphyllum nepos* als Halophyt im Strandbereich lebte.

Summary

Three specimens of *Brachyphyllum nepos* SAPORTA collected recently in the Solnhofen lithographic limestones (Early Lower Tithonian) demonstrate, that this conifer was not a high tree, but a small one or a shrub with apparently succulent twigs and little developed xylem. This species, therefore, can be considered as a halophyt of the coast.

Seit Jahrzehnten hat die Flora der berühmten süddeutschen Plattenkalke keinen Bearbeiter mehr gefunden. Die letzte Publikation speziellen Inhalts über pflanzliche Großreste war von KRÄUSEL einigen, später in den Kriegswirren verlorengegangenen Ginkgophyten-Resten gewidmet. Seither hat zwar die stratigraphische, paläozoologische, palökologische und sedimentologische Erforschung des Oberen Juras Süddeutschlands enorme Fortschritte gemacht. Soweit in den Publikationen jedoch pflanzliche Reste überhaupt erwähnt werden, wie in den Arbeiten von BARTHEL, FLÜGEL & FRANZ, JANICKE, MAYR, SCHAIRER, SCHNITTMANN und STÜRMER, handelt es sich fast immer um thallophytische Reste, fast stets aus dem Forschungsbereich der Mikropaläontologie. Ganz selten sind Landpflanzen-Reste berücksichtigt, und dann nur am Rande, wie in den Arbeiten von JANICKE und SCHNITTMANN.

Die Gründe für diese auffällige Vernachlässigung botanischer Fossilien mögen

[1]) Prof. Dr. W. JUNG, Institut für Paläontologie und historische Geologie der Universität, 8 München 2, Richard-Wagner-Str. 10.

verschiedener Art sein. Zum ersten sind derartige Reste — sieht man von den zwei bis drei reicheren Fundstellen ab — außerordentlich selten. Zweitens erfreuen sich in der Gegenwart Stücke aus den Solnhofener Plattenkalken einer solch großen Beliebtheit, daß man selbst an wissenschaftlich wertvollere Stücke kaum herankommen und sie für eine öffentliche Sammlung selten erwerben kann. Gerade der zuletzt erwähnte Umstand fällt schwer ins Gewicht, weil die von früheren Autoren gerühmte, reichhaltige Sammlung pflanzlicher Reste aus Solnhofen in der paläontologischen Sammlung des Bayerischen Staates während des zweiten Weltkrieges größtenteils vernichtet wurde. Deshalb muß ein Bearbeiter seine Kenntnis über die Originale zu den Arbeiten von STERNBERG, MÜNSTER, UNGER, SCHENK und SAPORTA jetzt fast allein aus der Literatur beziehen. Zuletzt soll nicht verschwiegen werden, daß Taxonomie und Nomenklatur gerade der in den Plattenkalken noch einigermaßen häufig gefundenen Koniferen abschreckend unübersichtlich sind und in dieser Hinsicht ohne Neufunde fertiler Reste oder Vorliegen größeren Materials Fortschritte nur schwer vorstellbar erscheinen. Erfreulicherweise konnten aber in letzter Zeit Zapfen-Neufunde gemacht werden, welche wenigstens die Klärung systematischer Fragen in den Bereich der Möglichkeit rücken (JUNG, ferner unpubliziertes Material in der Bayerischen Staatssammlung für Paläontologie und historische Geologie).

Gilt diese soeben gemachte, recht negative Aussage schon für Systematik und Morphologie-Anatomie, gemeinhin die klassischen Gebiete paläontologischer Forschung, so gilt sie erst recht für die Biocönologie und Palökologie auf botanischer Grundlage. Im allgemeinen wurden von den früheren Autoren dazu nur recht verschwommene Vorstellungen geäußert entsprechend dem geringen Kenntnisstand.

WALTHER entwirft an einer Stelle (S. 207) das Bild von „dichten Beständen“ aus Zypressen, Ginkgogewächsen und Baumfarnen, denen sich schilfartige Röhrichte zugesellen sollten. An anderer Stelle (S. 141) denkt der gleiche Autor an Pflanzen „die vielleicht nach Art der Mangrove in das Seichtwasser hinauswuchsen“. Ähnliche Verhältnisse scheint ABEL (S. 545 546) vor Augen gehabt zu haben, wenn er von Schilfdickichten schreibt und Araukarienbestände erwähnt, welche „das Landschaftsbild entscheidend beeinflußt haben“. Freilich gesteht er gleichzeitig ein, daß man sich einstweilen „nur eine sehr ungenügende Vorstellung von dem Florenbilde“ machen könne und man sich hüten müsse, den Strand des Malm-Meeres als von reichem Leben erfüllt anzunehmen. Am ausführlichsten geht wohl MUTSCHLER auf die Vegetationsverhältnisse am Rande der Plattenkalk-Lagunen ein. Folgte man seiner Auffassung, hätte man sich „im Landinnern“ Nadelwälder vorzustellen und an den Flußufern und Meeresküsten Sümpfe aus Zykadeen, Farnen und Schilf. Für spätere Ausführungen hier ist interessant seine Bemerkung, daß der größte Teil der Pflanzenreste „stark allochthon“ sein müsse, weil nicht erklärlich sei, „wie auf den Korallenriffen oder ganz an der Küste solche Wälder bildende Bäume gewachsen sein sollen“. Die Tatsache, daß an den Koniferen der Plattenkalke gewisse xeromorphe Merkmale (Stoma-Papillen, Blattflächen-Reduktion, Kutikularverdickung) ausgebildet sind, hat MUTSCHLER wohl bei seinen Überlegungen beeinflußt.

Auf obigen Anschauungen fußen denn auch moderne bildliche Darstellungen der Oberjura-Landschaft. Bei AUGUSTA & BURIAN flattert z. B. der *Archaeopteryx* durch „Zykas- und Araukarien-Haine“, bei RIETSCHEL springt der *Compsognathus* durch eine Parklandschaft. In Wirklichkeit und in der Tat sind wir aber noch weit davon entfernt, uns ein paläobotanisch gesichertes Bild von der Vegetation am Ran-

de des Oberjura-Meeres machen zu können. Es fehlt nicht ohne Grund der Weißjura in den „Vegetationsbildern" von MÄGDEFRAU und in dessen „Paläobiologie".

Einige bemerkenswerte Funde der letzten Zeit erlauben es nun, zu dem gerade angesprochenen Fragenkomplex ein weiteres Mosaiksteinchen beizutragen. Es han-

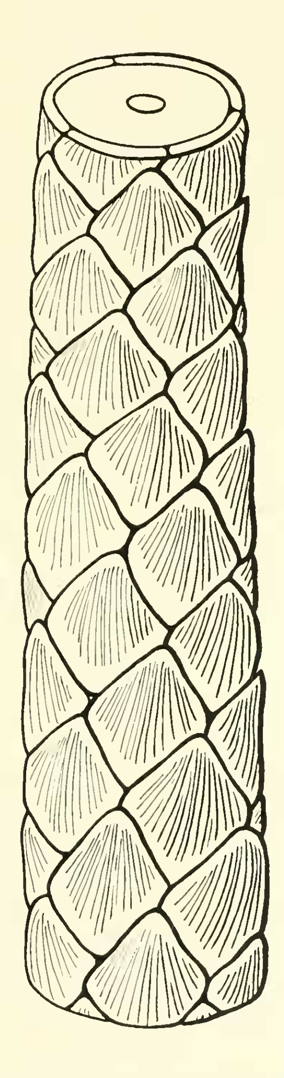


Abb. 1: Rekonstruktion eines Zweigstückes von *Brachyphyllum nepos* SAPORTA (in Anlehnung an Stück 1974 I 58, vergl. Taf. 3, links); ungefähr × 3 (Zeichnung: H. THIELE)

delt sich um drei Pflanzenreste, zwei aus der Umgebung von Mörnsheim und ein Stück von der bekannten Fundstelle Daiting[2]).

Das interessanteste Stück, welches auch zuerst in die Hände des Autors gelangte, stellt einen 10,5 cm langen und maximal 1 cm breiten, mit rhombischen, längsgestreiften Schuppen in $^3/_8$ Stellung dicht besetzten Zweigrest (Taf. 3 u. Abb. 1) dar, der, MUTSCHLER folgend, hier als *Brachyphyllum nepos* SAPORTA bezeichnet werden mag. Ausdrücklich vermerkt sei aber, daß dieser Name keinesfalls den geltenden Nomenklaturregeln entspricht, sondern eine überflüssige Namengebung SAPORTAS darstellt. Am oberen, leicht abgeknickten Ende des Zweigstückes erkennt man einen bandförmigen, nur 1,5 mm breiten Fortsatz, der sofort auffällt und zu den weiteren Überlegungen erst Veranlassung gab. Dieses bandförmige Anhängsel muß direkt aus der Mitte des Zweiges kommen. Nicht nur seine Lage, genau in der Fortsetzung der medianen Längsachse, läßt einen derartigen Schluß zu, sondern auch der Umstand, daß dieser Fortsatz um den Bruchteil eines Millimeters gegenüber dem Abdruck der Zweigoberfläche erhöht liegt. Daraus folgt, der Fortsatz muß der Abdruck einer Gewebepartie im Inneren des Zweiges sein. Seine Längsstrukturierung läßt erkennen, daß nur der Zentralzylinder, wegen seiner besseren Erhaltungsfähigkeit wohl speziell das Xylem, in Frage kommt. Es gibt keine Anzeichen, daß es sich dabei nur um einen Xylemfetzen handelt. Vielmehr ist der bandförmige Abdruck scharf begrenzt, und in seiner gesamten Länge gleichmäßig breit. Daher kann man annehmen, den Abdruck des gesamten Xylemzylinders vor sich zu haben. Dann freilich ist der anatomische Bau für eine Konifere recht ungewöhnlich. Nimmt doch das Xylemband nur ca. $^1/_5$ bis $^1/_6$ des gesamten Achsendurchmessers ein, ganz im Gegensatz zu einem rezenten Koniferenzweig. Die restlichen Partien des Zweiges müssen also auf die umgebende Rinde, sei sie primärer oder sekundärer Art gewesen, entfallen sein.

Man fragt sich, wo sonst im Pflanzenreich ein Achsenbau wie der geschilderte bekannt ist. Und es gibt fossile und rezente Beispiele. So beschreibt ganz ähnliche Verhältnisse MÄGDEFRAU (1931, S. 124 ff.) von der Stammanatomie der untertriassischen Gattung *Pleuromeia*. Der gleiche Autor erkennt bereits die grundsätzliche Überein-

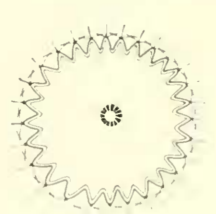


Abb. 2: Schematischer Querschnitt durch die Achse der Kaktee *Ferocactus wislizenii;* nach WALTER, Abb. 269 (verändert)

[2]) Zu Dank bin ich verpflichtet:
dem Schüler K.-H. KIRSCH (Oberhaching), der sein selbst gesammeltes Fossilstück aus Daiting samt Gegendruck der Bayerischen Staatssammlung für Paläontologie und historische Geologie zum Geschenk machte;
dem Schüler K. B. CECH (München), welcher seinen Fossilrest der genannten Sammlung im Tausch überließ;
Herrn A. NIEDERMEIER (München), der sein Material bereitwilligst für die wissenschaftliche Auswertung zur Verfügung stellte.

stimmung mit der Anatomie rezenter Stammsukkulenten. Auch in unserem Falle ist somit an einen Vergleich mit der genannten ökologischen Pflanzengruppe zu denken. Der schematische Querschnitt durch eine Kakteenachse (Abb. 2) demonstriert dies aufs beste. Noch eine weitergehende Übereinstimmung mit der Buntsandsteinpflanze drängt sich auf: Während MÄGDEFRAU (1968, S. 269) es nur andeutet, konstatiert WEYLAND (S. 172) kurz und bündig: „Wahrscheinlich ist *P.* (= *Pleuromeia;* Verf.) ein Halophyt". Ein wiederholt gebrauchtes Argument für diese Annahme ist die Beobachtung, daß mehrfach *Pleuromeia*-Reste inmitten mariner Sedimente gefunden wurden. Genau dies gilt ja im Falle der Oberjura-Plattenkalke in ganz besonderem Maße. Da eine nähere Verwandtschaft zwischen *Pleuromeia* und *Brachyphyllum nepos* ausgeschlossen ist, ist die Folgerung naheliegend, die gleiche anatomische Ausstattung gehe auf die nämlichen ökologischen Anforderungen zurück — mit anderen Worten — auch *Brachyphyllum nepos* sei ein Halophyt. Naturgemäß läßt sich nicht überprüfen, wie eng die physiologische Bindung an den Salzgehalt des Standortes war, ob also unsere Konifere als fakultativer oder als obligater Halophyt lebte.

Ein Kritiker dieser Halophyten-Hypothese kann darauf verweisen, daß auch die baumförmigen Lepidophyten des späten Paläozoikums eine nur schwache Ausbildung des Holzteils besaßen, ohne daß man nun daraus gleich einen Hinweis auf halophytische Lebensweise ableitet. Diesem Einwand kann jedoch entgegen gehalten werden, daß anders wie bei den Koniferen der xylemarme Stammtypus bei den Lycophyten ein allgemeines taxonomisches Merkmal darstellt. Auch ist der stammesgeschichtliche Aspekt zu berücksichtigen. Zur Lepidophyten-Zeit wurden von den verschiedensten Pflanzengruppen ganz verschiedene Stammtypen gleichsam „ausprobiert". Darunter war der xylemarme „Rindenstamm" der Lycophyten nur sehr kurzlebig. Dagegen hatten innerhalb der Koniferen schon die jungpaläozoischen Lebachiaceen den modernen „Holzstamm" übernommen, der ja bereits im mittleren Devon auftritt. Wenn bei den Koniferen nun uns plötzlich im Malm ein xylemarmer Achsentypus begegnet, sollte dafür ein ökologischer Grund verantwortlich sein.

Im übrigen widersprechen alle bisher beobachteten Einzelheiten der geäußerten Ansicht nicht: Der Plattenkalk ist ein marines Sediment. Es gibt sogar Autoren, die ihn als in stark „übersalzenen" Wannen entstanden ansehen (BARTHEL 1964). Daß zusätzlich auch in der Blattanatomie xeromorphe Merkmale ausgebildet sind, ist ebenfalls ohne weiteres plausibel. Weiters brachte die gute Erhaltung vieler Koniferenzweige schon SALFELD (S. 192) zu der Ansicht, es dürfe bezüglich der am häufigsten in den Plattenkalken auftretenden Koniferen, der Arten aus den Gattungen *Brachyphyllum* und *Palaeocyparis,* nicht an „einen weiten Transport nach den heutigen Fundplätzen" gedacht werden (vergl. hierzu auch neuerdings v. FREYBERG, S. 31). Die gemutmaßte Stammsukkulenz ist zudem eine Erklärung für den starren Habitus gerade älterer Zweige, der besonders bei SAPORTA auf den Tafeln deutlich zum Ausdruck kommt. Auch MUTSCHLER (S. 39) meint ja, daß die Zweige von *Brachyphyllum nepos* im lebenden Zustand wohl zylindrisch und sehr fest gewesen sein müßten. Erwähnt sei an dieser Stelle auch, daß bei einigen rezenten Koniferen die sekundäre Rinde recht vielgestaltig und wandlungsfähig ist, daß z. B. bei Cupressaceen in ihr Parenchym auftritt, das SINZ (S. 47) als Wasserspeichergewebe interpretiert.

Die geringe Dicke des Holzzylinders, das darin zum Ausdruck kommende Fehlen eines nennenswerten Sekundärzuwachses am Holz, hat aber weitere Konsequen-

zen. Denn bei einer solchen Anatomie ist nicht zu erwarten, daß sehr hohe Stämme aufgebaut werden konnten. Es gilt dies bekanntlich auch für *Pleuromeia*. Man dürfte also der Wahrheit nahe kommen, wenn man in *Brachyphyllum nepos* (auch *Palaeocyparis princeps* SAPORTA?) niedrige Bäume oder überhaupt strauchförmige Gewächse sieht; eine Wuchsform, die unter den Koniferen der Gegenwart interessanterweise bei den Cupressaceen nicht gerade selten ist. Es ist bemerkenswert, daß in der einzigen mir bekannten Rekonstruktion der Malmkonifere *Palaeocyparis* BERTRAND diese als einen verhältnismäßig niedrigen, buschigen Baum darstellt. Ich möchte hier — wie erwähnt — sogar weitergehen und *Brachyphyllum nepos* als eine Pflanze mit Strauch-Habitus bezeichnen (vergl. Rekonstruktion, Abb. 3). Es wäre dies die einfachste Erklärung für die schon von früheren Autoren registrierte Beobachtung (SALFELD S. 198, WALTER S. 183), daß Baumstämme und größere Äste in den Plattenkalken nicht zu finden sind. Auch aus meiner Kenntnis heraus läßt sich dies bestätigen. Die stärksten, mir bekanntgewordenen Holzreste sind Zweige von ungefähr 1/2 m Länge bei einer Dicke von 3 bis 4 cm.

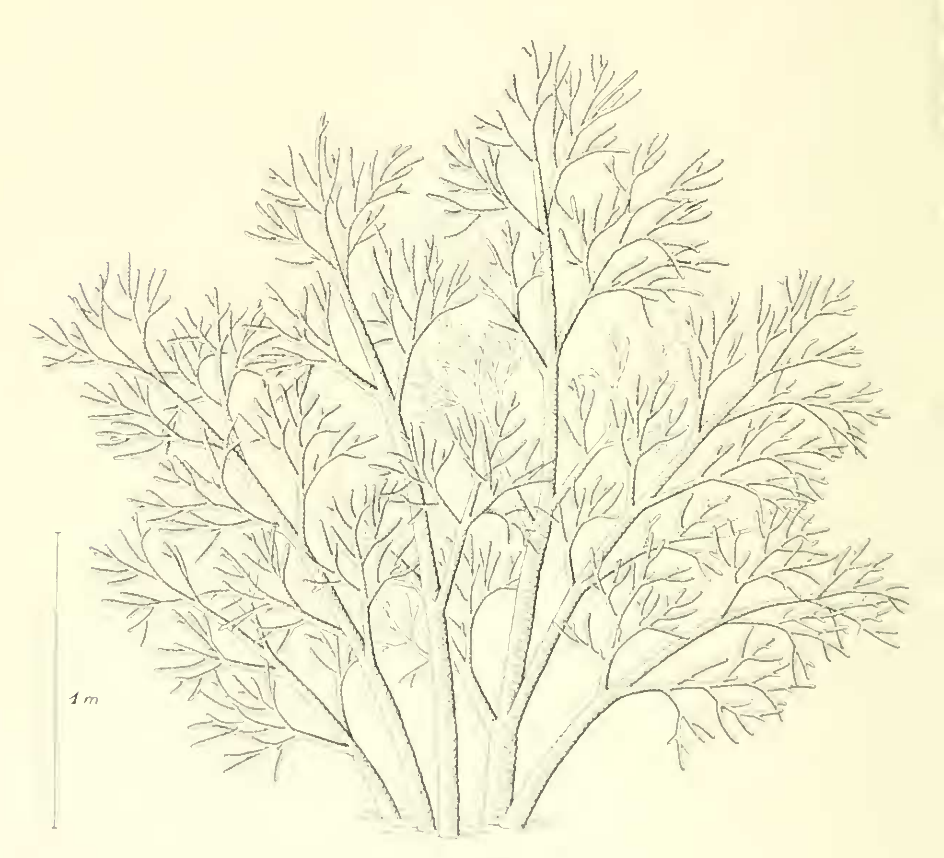


Abb. 3: Habitus-Rekonstruktion von *Brachyphyllum nepos* SAPORTA
(Zeichnung: H. THIELE)

Ein zweiter, auch im Gegendruck vorliegender, 20 cm langer Zweigrest aus Daiting, der mir von einem Privatsammler zunächst zur Bestimmung übergeben wurde, ergänzt die gemachten Beobachtungen. Es handelt sich um ein monopodiales Zweigsystem, dessen Hauptachse allein die schuppige Beblätterung und damit die Koniferenverwandtschaft des Fossils erkennen läßt (Taf. 3). Die Seitenachsen dagegen sind mehr oder weniger entrindet. Auch bei diesem Stück fällt die geringe Mächtigkeit des Leitzylinders auf, besonders deutlich an den basalen Astabgängen. Dies steht mit der oben geäußerten Vermutung im Einklang, daß das Dickerwerden der Äste durch die Mächtigkeitszunahme der peripheren Rindengewebe erfolgt ist, die Sukkulenz also vor allem bei älteren Ästen ausgeprägt war. Dieses Mitwachsen der Rinde ist auch an der Größenzunahme der Blattrhomben abzulesen (vergl. Taf. 3 mit Taf. 4). Ein zweites fällt an diesem Fossilrest auf: Die untersten Schuppenblätter haben Rautengestalt, die oberen Blätter dagegen sind zungenförmig verlängert und an der Spitze mit einem tiefen Eindruck versehen, den man bekanntlich einer apikalen Harzdrüse zuschreibt. Nach diesem Merkmal könnte man an eine Zugehörigkeit zur Gattung *Palaeocyparis* denken. Die nähere Betrachtung lehrt aber, daß die Schuppen nicht dekussiert stehen, sondern in einer Phyllotaxis von $^{3}/_{8}$ bis $^{5}/_{13}$.

Von selbst fast stellt sich die Frage, ob in der älteren Literatur denn nichts Derartiges schon beschrieben oder abgebildet wurde. Ein stärkerer Ast, wie er hier anfangs aus der Mörnsheimer Gegend beschrieben wurde, dürfte in teilweise entrindetem Zustand in der Tat noch nicht beschrieben worden sein. Dagegen sind Stücke nach Art unseres Restes aus Daiting wohlbekannt. Sternberg (Taf. 26, Fig. 1; Taf. 29, Fig. 2) und Unger (Taf. 7) geben Darstellungen solcher Zweige. Vor allem auch der *Caulerpites ocreatus* Stbg. (Taf. 29, Fig. 2) ist sehr instruktiv, weil er z. T. noch die typischen Schuppenblättchen erkennen läßt. Erst Schenk (1864, S. 305), scheint aber das Phänomen richtig gedeutet zu haben, obwohl Unger (1852) als erster bereits die Koniferennatur vieler Caulerpiten festgestellt hatte. Das weiter oben beschriebene Mißverhältnis zwischen Leitgewebe und Achsendurchmesser muß diesen Autoren aber entgangen oder jedenfalls nicht besonders aufgefallen sein. Dies wird verständlich, wenn man bedenkt, daß erst bei älteren Ästen das sekundäre Rindenwachstum einsetzt, und solch ältere Aststücke im teilweise entrindeten Zustand eben offensichtlich früheren Autoren nicht vorgelegen haben.

Der dritte hier zu behandelnde *Brachyphyllum*-Rest, wieder aus der Mörnsheimer Gegend, zeichnet sich durch seine Größe aus (Taf. 4). Bei einer Länge von 49 cm beträgt die größte Breite 3,6 cm. Die deutlichen, bis 1,5 cm breiten und 1 cm hohen Blattrhomben sind auffälligstes Merkmal. Hier bietet vor allem die Art der Erhaltung Interessantes. Zwei Drittel des Astdurchmessers entfallen auf einen Kalzitsteinkern. Da diese Füllung nur in einem Hohlraum im Inneren des Zweiges entstanden sein kann, ist die naheliegendste Erklärung die, daß dieser Hohlraum entstanden ist durch die Zersetzung eines — wohl leicht verwesbaren — Gewebes, das nach dem oben dargelegten Beobachtungen das parenchymatische Speichergewebe gewesen sein könnte. Wegen des Fehlens eines nennenswerten Xylemkörpers wäre es verständlich, daß keine Spur des Holzgewebes mehr zu finden ist. Diese kalzitische Ausfüllung ist bei Koniferenästen in den Malm-Plattenkalken gar nicht selten.

Noch weitere ganz verschiedenartige Überlegungen wären im Zusammenhang mit unseren Neufunden anzustellen, denen aber hier nicht zu viel Raum gegeben

werden soll. Interessant z. B. wäre die Frage, gibt es Anzeichen für weitere Halophyten unter den Pflanzen aus den Plattenkalken? In erster Linie hätte man dabei an *Cycadopteris jurensis* (KURR) SCHENK zu denken, von dem seit langem bekannt ist, daß er recht dickliche Fiedern besessen hat (vergl. HIRMER). Ein anderes zu klärendes Problem wäre das der taxonomischen Selbständigkeit der *Palaeocyparis*-Reste. Manche der älteren Autoren machen keinen Unterschied zwischen den spiralig beblätterten und den dekussiert beschuppten Ästen. Ein Kenner etwas umfangreicheren Fossilmaterials muß MUTSCHLER beipflichten, der (S. 36) schreibt: „Eine Unterscheidung von *Athrotaxites, Brachyphyllum, Pachyphyllum* und *Palaeocyparis* ist manchmal schwer". Ich glaube, man wird der oben bei der Beschreibung des Daitinger Astes angesprochenen Heterophyllie in diesem Zusammenhang noch mehr Beachtung schenken müssen. Zunächst jedenfalls scheint mir — solange sicher zuordbare Zapfenreste fehlen — die generische Eigenständigkeit von *Palaeocyparis* keineswegs gesichert.

Wir haben gesehen, daß Beobachtungen und Überlegungen dazu führten, im *Brachyphyllum nepos* einen Halophyt zu sehen. Es wäre nun weiter zu diskutieren das Aussehen der Pflanzengesellschaft insgesamt, welcher unsere Konifere angehörte.

Wie erinnerlich, vergleicht WALTHER (S. 141) die Vegetation der Plattenkalke mit der Mangrove. Mangrove ist aber in der Pflanzengeographie ein Begriff mit definiertem Inhalt. WALTER (S. 167) schreibt dazu: „Die Mangroven können nur dort gedeihen, wo die Wucht des Wellenschlages durch vorgelagerte Korallenriffe oder Inseln gebrochen wird. Sie sind an Standorte gebunden, die periodisch vom Meereswasser überschwemmt werden und vertragen keinen Frost". Kennzeichnendste morphologische Eigenschaften der Mangrove-Pflanzen sind der Besitz von Stelz- und Atemwurzeln ferner die Viviparie. Untersuchen wir daraufhin unsere Malm-Konifere, so muß man zugeben, daß abgesehen von der Achsensukkulenz und der Xeromorphie der Blätter über irgendwelche weiteren ökologischen Anpassungen nichts bekannt ist. Dagegen sind die genannten geomorphologisch-geographischen Voraussetzungen sicher gegeben gewesen. Wir haben Korallenriffe und -inseln als Wellenbrecher, müssen einen wechselnden Wasserstand annehmen (BARTHEL) und haben Beweise für hohe Wärme (BARTHEL, GROISS). Es ist übrigens bei der Frage, ob man die Strandvegetation des Malm-Meeres als Mangrove bezeichnen darf, auch zu bedenken, daß die Begriffe der Gegenwart nicht ohne weiteres auf die Jurazeit übertragen werden können. Während heute nämlich die Mangrove-Vegetation fast nur von Angiospermen gebildet wird, fehlten diese zur Jurazeit ganz, wenigstens in den Ablagerungsgebieten. Die Meeresküste war daher ein Biotop, welches zur Gänze von den anderen systematischen Gruppen in Besitz zu nehmen war. Noch in der Unterkreide war dies ja so (MÄGDEFRAU 1968, S. 430 ff). Es kann dann nicht verwundern, daß diese Gruppen, in unserem speziellen Falle die Koniferen, ähnliche ökologische Anpassungen — hier Achsensukkulenz — entwickelten, selbst wenn in der Gegenwart solche Bautypen in jenen Pflanzengruppen fehlen. Ob diese jurassische Strandvegetation mit dem Begriff „Mangrove" belegt werden soll, sei dahingestellt. Es ist z. B. ja nicht zu klären, ob *Brachyphyllum* eine zeitweise Wasserbedeckung der unteren Abschnitte vertrug, ob also die Pflanzen, mit WALTHER zu sprechen, „in das Seichtwasser hinauswuchsen".

Faßt man die Resultate zusammen, so ergibt sich:

1. Ältere *Brachyphyllum*-Äste aus den Plattenkalken des Malms weisen eine Achsenanatomie auf ähnlich der rezenter Stammsukkulenten.
2. Ihr Dickenwachstum wurde überwiegend oder sogar ausschließlich von Geweben außerhalb des Leitzylinders bestritten.
3. Die Höhe der Brachyphyllen war demnach durch diesen anatomischen Aufbau begrenzt. Es waren Sträucher oder niedrige Bäume.
4. Am zwanglosesten läßt sich die Achsensukkulenz mit einem Standort am Rande der in der Wasserführung wechselnden Lagunen bzw. „Wannen" erklären.
5. *Brachyphyllum nepos* SAPORTA war also zumindest ein fakultativer Halophyt.

Schrifttum

ABEL, O.: Lebensbilder aus der Tierwelt der Vorzeit. 2. Aufl., 714 S., Jena 1927.

AUGUSTA, J. & BURIAN, Z.: Flugsaurier und Urvögel. 104 S., Prag 1961.

BARTHEL, W.: Zur Entstehung der Solnhofener Plattenkalke (unteres Untertithon). — Mitt. Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol. 4, S. 37—69, München 1964.

BARTHEL, W.: Die obertithonische, regressive Flachwasser-Phase der Neuburger Folge in Bayern. — Abh. Bayer. Akad. Wissensch., math.-naturw. Kl., N. F. **142**, S. 1—174, München 1969.

BERTRAND, P.: Reconstitutions de Paysages Fossiles (Text posthum von P. CORSIN) — Annal. Paléontol. **36**, S. 125—139, Paris 1950.

FLÜGEL, E. & FRANZ, H.: Elektronenmikroskopischer Nachweis von Coccolithen im Solnhofener Plattenkalk (Ober-Jura). — N. Jb. Geol. Paläontol., Abh. **127**, S. 245—263, Stuttgart 1967.

FREYBERG, B. v.: Übersicht über den Malm der Altmühl-Alb. — Erlanger Geol. Abh. **70**, S. 1—40, Erlangen 1968.

GÖPPERT, R.: Ein Beitrag zur Flora des oberen oder weißen Jura. — Übersicht Arbeiten u. Veränderungen Schles. Ges. vaterländ. Kultur **23**, S. 149, Breslau 1846.

GROISS, J.: Mikropaläontologische Untersuchung der Solnhofener Schichten im Gebiet um Eichstätt (Südliche Frankenalb). — Erlanger Geol. Abh. **66**, S. 75—96, Erlangen 1967.

HIRMER, M.: Zur Kenntnis von *Cycadopteris* ZIGNO. — Palaeontographica **66**, S. 127—162, Stuttgart 1924.

JANICKE, V.: Fossil-Sediment-Strukturen in untertithonischen Plattenkalken der südlichen Frankenalb. 116 S., München 1967 (Dissertation in Photodruck).

JUNG, W.: Der zweite Fund von *Athrotaxites lycopodioides* UNGER in den Plattenkalken des Fränkischen Jura. — Geol. Bl. NO-Bayern **24**, Erlangen 1974 (im Druck).

KRÄUSEL, R.: *Furcifolium longifolium* (SEWARD) n. comb., eine Ginkgophyte aus dem Solnhofener Jura. — Senckenbergiana **26**, S. 426—433. Frankfurt/Main 1943.

MÄGDEFRAU, K.: Zur Morphologie und phylogenetischen Bedeutung der fossilen Pflanzengattung *Pleuromeia*. — Beih. botan. Cbl. **48**, Abt. 2., S. 119—140, Dresden 1931.

MÄGDEFRAU, K.: Vegetationsbilder der Vorzeit, 2. Aufl., 22 S., Jena 1952.

MÄGDEFRAU, K.: Paläobiologie der Pflanzen, 4. Aufl., 549 S., Jena 1968.

MÜNSTER, G. z.: Über einige neue noch wenig bekannte fossile Pflanzen unter Mitwirkung des Professors UNGER in Grätz. — Beitr. Petrefactenk. **5**, S. 103—110, Bayreuth 1842.

MUTSCHLER, O.: Die Gymnospermen des Weißen Jura ζ von Nusplingen. — Jber. u. Mitt. oberrh. geol. Ver., N. F. **16**,, S. 25—50, Stuttgart 1927.

RIETSCHEL, S.: Geschichte der Erde. 94 S., Stuttgart und Zürich 1971.

ROTHPLETZ, A.: Über die Flysch-Fucoiden und einige andere Algen, sowie über liassische Diatomeen führende Hornschwämme. Ztschr. Deutsch. geol. Ges. **48**, S. 854—914, Berlin 1896.

Salfeld, H.: Fossile Land-Pflanzen der Rät- und Juraformation Südwestdeutschlands. — Palaeontographica **54**, S. 163—204, Stuttgart 1907.

Saporta, G. de: Plantes jurassiques III, Coniféres. In: Paléontologie Francaise 2 Sér., 672 S., Paris 1884.

Schairer, G.: Sedimentstrukturen und Fossileinbettung in untertithonischen Kalken von Kelheim in Bayern. — Mitt. Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol. **8**, S. 291—304, München 1968.

Schairer, G.: Mikrofazielle Untersuchungen in untertithonischen, geschichteten Kalken von Kapfelberg bei Kelheim in Bayern. — Mitt. Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol. **9**, S. 183—199, München 1969.

Schairer, G.: Mikrofossilien aus Plattenkalken Süddeutschlands. — Mitt. Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol. **11**, S. 33—68, München 1971.

Schenk, A.: Bemerkungen über einige Pflanzen des lithographischen Schiefers. — Würzburger naturw. Zeitschr. **5**, S. 174—177, Würzburg 1846.

Schenk, A.: Beiträge zur Flora der Vorwelt. — Palaeontographica **11**, S. 296—308, Kassel 1863.

Schnittmann, F.: Die Versteinerungen der Steinbrüche im Dolomit des südlichen Frankjuras zwischen Ingolstadt und Neustadt. — Acta Albertina Ratisbonensia **23**, S. 36—40, Regensburg 1960.

Sinz, P.: Bau, Wandlung und Neubildung der sekundären Rinde der Cupressineen. — Botan. Archiv. **8**, S. 40—63, Berlin 1924.

Sternberg, K. v.: Versuch einer geognostisch-botanischen Darstellung der Flora der Vorwelt I und II. 444 u. VIII S., Leipzig, Regensburg und Prag 1820/1838.

Stürmer, W.: Mikrofossilien in den Mörnsheimer Schichten. — Geol. Bl. NO-Bayern **13**, S. 11—13, Erlangen 1963.

Unger, F.: Einige interessante Pflanzenabdrücke aus der Königl. Petrefactensammlung in München. — Botan. Z. **7**, S. 345—353, Berlin 1849.

Unger, F.: Über einige fossile Pflanzenreste aus dem lithographischen Schiefer von Solnhofen. — Palaeontographica 2, S. 249—255, Kassel 1852.

Unger, F.: Jurassische Pflanzenreste. — Palaeontographica **4**, S. 39—43, Kassel 1854.

Walter, H.: Die Vegetation der Erde I: Die tropischen und subtropischen Zonen. 2. Aufl., 592 S., Stuttgart 1964.

Walther, J.: Die Fauna der Solnhofener Plattenkalke, bionomisch betrachtet. — Jenaische Denkschriften **11**, S. 133—214, Jena 1904.

Weyland, H.: Lehrbuch der Paläobotanik. 3. Aufl., 677 S., Berlin 1973.

Tafelerklärungen

Tafel 3

links: *Brachyphyllum nepos* Saporta Zweigrest aus Mörnsheim, an der Spitze bis zum Leitbündelstrang entrindet; 1974 I 58

rechts: dto. Teilweise entrindetes Aststück aus Daiting; 1974 I 84 a

Tafel 4

Brachyphyllum nepos Saporta. Älterer Ast mit Kalzit-Steinkern aus Mörnsheim (Platte und Gegenplatte); in Privatbesitz